

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑪ **DE 3639664 A1**

②1 Akt nzeichen: P 36 39 664.8  
②2 Anmeldetag: 20. 11. 86  
④3 Offenlegungstag: 1. 6. 88

⑤1 Int. Cl. 4:  
**G 01 N 33/26**  
G 01 N 25/08  
G 01 N 27/12  
B 60 T 17/22

*Betriebsanweisung*

DE 3639664 A1

⑦1 Anmelder:

Alfred Teves GmbH, 6000 Frankfurt, DE

⑦2 Erfinder:

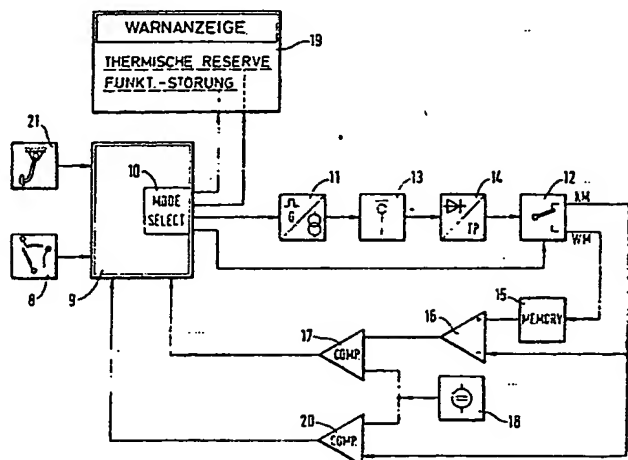
Klein, Hans-Christof, 6234 Hattersheim, DE;  
Lohberg, Peter, 6382 Friedrichsdorf, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 31 18 535 C2  
DE 35 20 858 A1  
DE 27 21 232 A1  
GB 20 42 737 A  
US 45 66 805  
EP 01 08 962 A2  
EP 00 56 424 A1

⑤4 Verfahren, Vorrichtung und Schaltungsanordnung zur Überwachung des Zustandes oder der Beschaffenheit einer hydraulischen Flüssigkeit

Zur Bestimmung und Überwachung des Zustandes oder der Beschaffenheit einer hydraulischen Flüssigkeit, die sich beispielsweise in einer Bremsanlage befindet, wird mit Hilfe von Sensorelementen (1-5, 13, 24, 25) einerseits der Siedepunkt oder ein von dem Siedepunkt abhängiger Kennwert der Flüssigkeit und andererseits die momentane Temperatur der Flüssigkeit gemessen. Durch Vergleich beider Meßwerte wird eine sogen. thermische Reserve bestimmt, die ein Maß für die weitere zulässige Erwärmung der Flüssigkeit darstellt. Beim Erreichen eines vorgegebenen Minimalwertes der thermischen Reserve wird ein Warnsignal ausgelöst. Die verwendeten Sensorelemente (1-5, 13, 24) besitzen Hohlräume mit offenen, durchbrochenen Wandungen und sind derart ausgebildet, daß sich nach dem Aufheizen in einem unterhalb der Siedetemperatur liegenden Temperaturbereich eine stabile Zellularkonvektion einstellt, die als Maß für die Beschaffenheit oder den Zustand der Flüssigkeit auswertbar ist.



DE 3639664 A1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung und/oder Überwachung des Zustandes oder der Beschaffenheit einer sich in einem hydraulischen System befindenden Flüssigkeit, bei dem mit Hilfe von Sensorelementen der Siedepunkt bzw. ein von dem Siedepunkt abhängiger Kennwert ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der momentane Zustand und/oder die momentane Belastung der Flüssigkeit gemessen und mit dem Kennwert verglichen wird und daraus eine sogen. (momentane) thermische Reserve ermittelt wird, die ein Maß für die weitere Belastbarkeit, insbesondere die zulässige weitere Erwärmung, der Flüssigkeit darstellt, und daß das Erreichen eines vorgegebenen Minimalwertes der thermischen Reserve signalisiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in vorgegebenen Intervallen der Kennwert bestimmt und in einem Speicher festgehalten wird sowie daß zur Ermittlung der thermischen Reserve die momentane Flüssigkeitstemperatur mit dem zuletzt gespeicherten Kennwert verglichen wird.
3. Verfahren zur Überwachung des Zustandes der sich in einer Kraftfahrzeug-Bremsanlage befindenden Bremsflüssigkeit, nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kennwert beim Starten des Fahrzeug-Motors mit Hilfe einer in dem Kraftfahrzeug stationierten Meßeinrichtung, die im wesentlichen aus Sensorelementen (1-5, 13, 24, 25) und elektronischen Schaltkreisen zur Auswertung der Sensorsignale besteht, ermittelt und gespeichert wird und daß bei Betätigung der Bremse die gespeicherten Meßwerte zur Bildung der thermischen Reserve mit der momentanen Bremsflüssigkeitstemperatur verglichen werden.
4. Verfahren zur Überwachung des Zustandes von einer Bremsflüssigkeit, die sich in einer Kraftfahrzeug-Bremsanlage befindet, nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß während eines Bremsvorganges der Kennwert und die momentane Bremsflüssigkeitstemperatur mit Hilfe einer in dem Fahrzeug stationierten Meßeinrichtung alternierend gemessen und die Meßwerte zur Bildung der thermischen Reserve verglichen werden.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß diese im wesentlichen aus einer dem hydraulischen System zugeordneten, beispielsweise in einem Fahrzeug stationierten Meßeinrichtung zur Bestimmung der Siedetemperatur der Flüssigkeit bzw. eines von der Siedetemperatur abhängigen Kennwertes, Temperaturmeßelementen zur Bestimmung der momentanen Flüssigkeitstemperatur, aus Schaltkreisen zur Aufbereitung und Verarbeitung der Meßsignale sowie zur Speicherung der zuletzt ermittelten Kennwerte und zur Bestimmung einer momentanen, von der Differenz der Meßwerte abgeleiteten thermischen Reserve und aus Anzeigeeinrichtungen zur Signalisierung einer ausreichenden und/oder einer zu geringen thermischen Reserve besteht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung zur Bestimmung des Siedepunktes bzw. des von dem Siedepunkt abhängigen Kennwertes mit einem oder mit mehreren in der Flüssigkeit angeordneten Sensorele-

menten (1-5, 13, 24, 25) ausgerüstet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente (1-5, 13, 24) zur Bestimmung des Siedepunktes bzw. des Kennwertes aufheizbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente Hohlräume mit offener, durchbrochener Wandung aufweisen und derart ausgebildet sind, daß nach dem Aufheizen in einem unterhalb der Siedetemperatur liegenden Temperaturbereich eine stabile Zellularkonvektion entsteht, die als Maß für den Zustand und/oder die Beschaffenheit der Flüssigkeit auswertbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente in Form von Hohlwendeln (1-4), perforierten Röhren, durch gitter- oder netzförmige Randflächen begrenzte Hohlkörper (5) oder dergl. ausgebildet sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch Messung des temperaturabhängigen elektrischen Widerstandes der Sensorelemente (1-5, 13, 24, 25) die momentane Temperatur der Flüssigkeit ermittelbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente (1-5, 13, 24, 25) zur Aufheizung der Flüssigkeit und/oder zur Messung der Flüssigkeitstemperatur mit Wechselstrom gespeist werden.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß diese zur Überwachung der sich in einer Bremsanlage befindenden Bremsflüssigkeit vorgesehen ist und daß die Sensorelemente (1-5, 13, 24, 25) zur Bestimmung der momentanen Flüssigkeitstemperatur und/oder des von der Siedetemperatur abhängigen Kennwertes in den Radbremsen oder in der Nähe der Radbremsen angeordnet sind.

13. Vorrichtung zur Überwachung der sich in einem Fahrzeug befindenden Bremsflüssigkeit, nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Sensorelemente (1-5, 13, 25) zur Bestimmung der momentanen Temperatur in den einzelnen Radbremszylindern oder in deren Nähe und daß Sensorelemente (1-5, 13, 24) zur Bestimmung des von der Siedetemperatur der Flüssigkeit abhängigen Kennwertes an zentraler Stelle, z.B. im Druckmittelvorratsbehälter einer Bremsanlage, angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die gleichen Sensorelemente (1-5, 13) sowohl zur Bestimmung des von der Siedetemperatur abhängigen Kennwertes als auch zur Messung der momentanen Temperatur verwendbar sind.

15. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens und zur Steuerung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, zur Überwachung der sich in einer Fahrzeugbremsanlage befindenden Bremsflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß diese beim Starten des Fahrzeugmotors die Siedetemperatur der Bremsflüssigkeit bzw. einen von der Siedetemperatur abhängigen Kennwert mißt und bis zu einem erneuten Starten des Motors speichert und daß diese während der Bremsenbetätigung mit den gleichen Sensorelementen (1-5, 13) die momentane Flüssigkeitstemperatur ermittelt und zur Bildung der thermischen Reserve

mit dem gespeicherten Meßwert vergleicht.

16. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens und zur Steuerung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, zur Überwachung der sich in einer Fahrzeugbremsanlage befindenden Bremsflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß diese bei Betätigung des Bremspedals (21) mit Hilfe derselben Sensorelemente (1–5, 13) alternierend die Siedetemperatur der Flüssigkeit bzw. den Kennwert sowie die momentane Bremsflüssigkeitstemperatur ermittelt und die aufeinanderfolgend gewonnenen Meßwerte zur Bildung der thermischen Reserve vergleicht.

#### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und auf eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Zustandes oder der Beschaffenheit einer sich in einem hydraulischen System befindenden Flüssigkeit, beispielsweise einer hygroskopischen Bremsflüssigkeit, wobei mit Hilfe von Sensorelementen der Siedepunkt bzw. ein von dem Siedepunkt abhängiger Kennwert der Flüssigkeit ermittelt wird. Schaltungsanordnungen zur Durchführung des Verfahrens und zur Steuerung der Vorrichtung gehören ebenfalls zur Erfindung.

Es ist bereits bekannt, den Zustand einer hydraulischen Flüssigkeit, nämlich einer hygroskopischen Bremsflüssigkeit, durch Messung des Siedepunktes zu überwachen. Durch die unvermeidliche Aufnahme von Wasser sinkt nämlich der Siedepunkt im Laufe der Zeit so weit ab, daß sich bei starker Bremsenbelastung und der dadurch bedingten Erwärmung der Bremsflüssigkeit Dampfblasen bilden können, die die Funktionsfähigkeit der Bremse gefährden.

Der heutzutage empfohlene Austausch der Bremsflüssigkeit nach ein bis zwei Jahren stellt keine optimale Lösung dar, weil der Alterungsprozeß, insbesondere die Wasseraufnahme und die dadurch hervorgerufene Verringerung des Siedepunktes, von zahlreichen Parametern, wie Klima, Luftfeuchtigkeit, Betriebsweise und Zustand der Bremsanlage, abhängig ist und daher in sehr weiten Grenzen schwankt. Außerdem bietet auch eine frische Bremsflüssigkeit keine Gewähr dafür, daß bei starker Bremsenbelastung, z.B. durch eine längere und rasante Talfahrt im Gebirge, die Bremsflüssigkeitstemperatur unter einem Wert bleibt, bei dem die gefährliche Dampfblasenbildung nicht eintreten kann.

Verfahren und Vorrichtungen zur Messung der Siedetemperatur einer Bremsflüssigkeit in der Werkstatt oder im Labor sind ebenfalls bekannt. Nach einer deutschen Industrienorm ist ein relativ genaues Meßverfahren bekannt, das jedoch nur von geschultem Personal, mit relativ hohem Zeitaufwand und mit kostspieligen Apparaturen durchgeführt werden kann.

In den europäischen Patentschriften Nr. 56 424 und 74 415 sind Meßverfahren und Meßsonden beschrieben, die in die zu untersuchende Flüssigkeit eingetaucht werden und mit denen eine kleine Menge der Flüssigkeit aufgeheizt und die Temperatur beim Einsetzen des Siedens festgestellt werden soll. Es bestehen Zweifel, ob sich auf diese Weise der Siedepunkt einer Bremsflüssigkeit hinreichend genau bestimmen läßt, unter anderem deswegen, weil tatsächlich nur die Temperatur des zugehörigen Heizelementes, nicht jedoch die Siedetemperatur der Flüssigkeit ermittelt werden kann.

Nach der deutschen Patentanmeldung P 35 22 774.5 (DE-OS 35 22 774) wurde bereits vorgeschlagen, zur Er-

mittlung der Beschaffenheit und des Zustandes einer Hydraulikflüssigkeit ein Sensorelement derart auszubilden und aufzuheizen, daß sich in einem unter der Siedetemperatur der Flüssigkeit liegenden Temperaturbereich eine stabile Zellularkonvektion einstellt. Die in dieser Phase direkt oder indirekt — nämlich als Spannungsabfall über dem Sensorelement — gemessene Temperatur ist als Kriterium für den Siedepunkt der zu untersuchenden Flüssigkeit geeignet und erlaubt eine relativ genaue Bestimmung der Siedetemperatur.

Eine stationär in die Bremsanlage eingebaute Vorrichtung zur Überwachung der Bremsflüssigkeit ist aus der DE-OS 33 17 638 ebenfalls bereits bekannt. Die eigentliche Meßzelle kann nach dieser Offenlegungsschrift als Bestandteil einer Entlüftungsschraube ausgebildet sein.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Nachteile bekannter Verfahren und Vorrichtungen zu überwinden und ein Verfahren zur Überwachung des Zustandes oder der Beschaffenheit einer hydraulischen Flüssigkeit, insbesondere einer hygroskopischen Bremsflüssigkeit, vorzuschlagen, mit dem sich rechtzeitig und mit großer Zuverlässigkeit erkennen läßt, wenn sich aufgrund des momentanen Zustandes oder der Beschaffenheit einer hydraulischen Flüssigkeit, die sich in einem hydraulischen System befindet, die ordnungsgemäße Funktion nicht mehr gewährleistet ist. Beispielsweise soll durch ein solches Verfahren erkannt werden, wenn sich durch die thermische Belastung die Temperatur der Flüssigkeit in einer hydraulischen Bremsanlage dem Siedepunkt der Flüssigkeit zu weit annähert.

Es hat sich nun herausgestellt, daß diese Aufgabe in überraschend einfacher und technisch fortschrittlicher Weise mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst werden kann, dessen Besonderheit darin besteht, daß der momentane Zustand und/oder die momentane Belastung der Flüssigkeit gemessen und mit dem Kennwert verglichen wird und daraus eine sogen. (momentane) thermische Reserve ermittelt wird, die ein Maß für die weitere Belastbarkeit, insbesondere die zulässige weitere Erwärmung, der Flüssigkeit darstellt, und daß das Erreichen eines vorgegebenen Minimalwertes der thermischen Reserve signalisiert wird.

Die Erfindung beruht also auf der Überlegung, daß zur Beurteilung des Zustandes und der Beschaffenheit oder der Brauchbarkeit einer Flüssigkeit einerseits der von der Alterung abhängige Siedepunkt der Flüssigkeit und andererseits die momentane thermische Belastung zu berücksichtigen sind. Durch das Ermitteln der momentanen "thermischen Reserve" läßt sich nämlich — im Gegensatz zu einer reinen Siedepunktbestimmung der hydraulischen Flüssigkeit — z.B. bei einer Bremsanlage zuverlässig erkennen, ob unter den gegebenen Umständen, d.h. dem Siedepunkt der (gealterten) Bremsflüssigkeit und der thermischen Belastung dieser Flüssigkeit durch den Bremsvorgang, die Gefahr einer Dampfblasenbildung und daher Beeinträchtigung der Bremsenfunktion besteht. Der Fahrer wird nicht nur rechtzeitig auf einen notwendigen Bremsflüssigkeitswechsel hingewiesen, sondern ihm wird auch angezeigt, wenn sich, was auch bei frischer Bremsflüssigkeit eintreten kann, durch Überlastung der Bremse und Aufheizung der Bremsflüssigkeit eine Gefährdung abzeichnet. Durch Änderung der Fahrweise kann er dann diesem Umstand Rechnung tragen.

Nach einer vorteilhaften Ausführungsart des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in vorgegebenen Intervallen der von der Siedetemperatur der Flüssigkeit ab-

hängige Kennwert bestimmt, in einem Speicher festgehalten und zur Ermittlung der thermischen Reserve die momentane Flüssigkeitstemperatur mit dem zuletzt gespeicherten Kennwert verglichen. Zur Überwachung einer Bremsflüssigkeit kann es zweckmäßig sein, den Kennwert beim Starten des Fahrzeugmotors mit Hilfe einer in dem Fahrzeug stationierten Meßeinrichtung, die im wesentlichen aus Sensorelementen und elektronischen Schaltkreisen zur Auswertung der Sensorsignale besteht, zu ermitteln und abzuspeichern. Beim Betätigen der Bremse wird dann zur Bildung der thermischen Reserve der gespeicherte Kennwert mit der momentanen Bremsflüssigkeitstemperatur verglichen.

Eine andere Ausführungsart des Verfahrens nach der Erfindung besteht darin, daß während eines Bremsvorganges der Kennwert und die momentane Bremsflüssigkeitstemperatur mit Hilfe einer in dem Fahrzeug stationierten Meßeinrichtung alternierend gemessen und die Meßwerte zur Bildung der thermischen Reserve verglichen werden.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht im wesentlichen aus einer Meßeinrichtung zur Bestimmung der Siedetemperatur der Flüssigkeit bzw. eines von der Siedetemperatur abhängigen Kennwertes, aus Temperaturmeßelementen zur Bestimmung der momentanen Flüssigkeitstemperatur, aus Schaltkreisen zur Aufbereitung und Verarbeitung der Meßsignale sowie zur Speicherung der zuletzt ermittelten Kennwerte und zur Bestimmung einer momentanen, von der Differenz der Meßwerte abgeleiteten thermischen Reserve, sowie aus Anzeigeeinrichtungen zur Signalisierung eines ausreichend und/oder einer zu geringen thermischen Reserve.

Die Meßeinrichtung zur Bestimmung des Kennwertes ist mit einem oder mit mehreren in der Flüssigkeit angeordneten Sensorelementen ausgerüstet. Dabei ist es zweckmäßig, zur Bestimmung des Kennwertes die Sensorelemente aufheizbar auszubilden.

Die Ermittlung der Siedetemperatur oder eines von der Siedetemperatur abhängigen Kennwertes ist für das Verfahren und die Vorrichtung nach der Erfindung wesentlich. Nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Siedetemperatur bzw. der Kennwert mit Hilfe eines Sensorelementes bestimmt, das einen Hohlraum mit offener, durchbrochener Wandung aufweist und derart ausgebildet ist, daß nach dem Aufheizen bis zu einem unterhalb der Siedetemperatur liegenden Temperaturbereich eine stabile Zellularkonvektion entsteht, die als Maß für die Beschaffenheit und/oder den Zustand der Flüssigkeit auswertbar ist. Das Sensorelement kann dabei in Form einer Hohlwendel, perforierten Röhre, eines durch gitter- oder netzförmige Randflächen begrenzten Hohlkörpers oder dergl. ausgebildet sein. Durch Messung des temperaturabhängigen elektrischen Widerstandes eines solchen Sensorelementes läßt sich die momentane Temperatur der Flüssigkeit ermitteln.

Aufheizbare Sensorelemente der vorgenannten Art, in denen sich eine stabile Zellularkonvektion erzielen läßt, sind in der DE-Offenlegungsschrift 35 22 774 beschrieben.

Nach einer weiteren Ausführungsart der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden die Sensorelemente zur Aufheizung der Flüssigkeit oder zur Messung der Flüssigkeitstemperatur mit Wechselstrom gespeist. Dadurch lassen sich unerwünschte Elektrolyse-Effekte in der zu untersuchenden Flüssigkeit vermeiden.

Die Sensorelemente zur Bestimmung der momenta-

nen Temperatur und/oder des von der Siedetemperatur abhängigen Kennwertes werden bei einer Fahrzeug-Bremsanlage zweckmäßigerweise in den Radbremszylindern oder in deren Nähe angeordnet. Andererseits ist es auch möglich, das Sensorelement zur Bestimmung der momentanen Temperatur in dem Radbremszylinder und das Sensorelement zur Bestimmung des Kennwertes in dem Druckmittelausgleichs- oder Vorratsbehälter der Bremsanlage anzuordnen.

Weiterhin besteht eine Ausführungsart der Erfindung darin, die gleichen Sensorelemente sowohl zur Bestimmung der Siedetemperatur bzw. des Kennwertes als auch zur Messung der momentanen Temperatur zu verwenden.

Mit einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung und zur Steuerung einer entsprechenden Vorrichtung, die zur Überwachung der sich in einer Fahrzeugbremsanlage befindenden Bremsflüssigkeit dient, wird beim Starten des Kraftfahrzeug-Motors die Siedetemperatur der Bremsflüssigkeit oder ein entsprechender Kennwert gemessen und das Meßergebnis bis zu einem erneuten Starten des Motors gespeichert, wobei zur Ermittlung der momentanen thermischen Reserve während der Bremsenbetätigung die Flüssigkeitstemperatur mit dem gleichen Sensorelement ermittelt wird.

Nach einer anderen Art der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung werden bei Betätigung des Bremspedals die Siedetemperatur bzw. der Kennwert der Bremsflüssigkeit und die momentane Bremsflüssigkeitstemperatur mit Hilfe derselben Sensorelemente gemessen und zur Bildung der momentanen thermischen Reserve die aufeinanderfolgenden Meßwerte verglichen.

Die einzelnen Sensorelemente werden in den zuletzt genannten Ausführungsbeispielen zum einen im sogenannten Warmmodus, zum anderen im sogenannten Kaltmodus betrieben. Im Warmmodus sind die Sensorelemente als Heizdrähte bzw. Heizwendel oder dergl. geschaltet und werden elektrisch aufgeheizt, damit sich im Bereich der Sensorelemente eine Zellularkonvektion einstellt und der Siedepunkt bzw. ein entsprechender Kennwert ermittelt werden kann. Auch im Warmmodus wird durch Messung des elektrischen, temperaturabhängigen Widerstandes des Sensorelementes die Siedetemperatur bzw. die Temperatur, bei der sich die Zellularkonvektion einstellt, ermittelt. Im Kaltmodus werden die Sensorelemente mit einem vergleichsweise sehr geringen Strom beschickt, der keine Aufheizung bewirkt, sondern lediglich eine Messung des von der Temperatur der umgebenden Flüssigkeit abhängigen elektrischen Widerstandes des Sensorelementes erlaubt. Im Kaltmodus dienen somit die Sensorelemente als reine Temperaturmeßelemente.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten gehen aus der folgenden Beschreibung anhand der beigefügten Abbildungen von Ausführungsbeispielen der Erfindung hervor.

Es zeigen

Fig. 1 mehrere Varianten von Sensorelementen, mit denen sich im Warmmodus eine Zellularkonvektion erzielen läßt,

Fig. 2 im Blockschaltbild eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und zum Betrieb einer entsprechenden Vorrichtung, und

Fig. 3 ebenfalls im Blockschaltbild eine andere Ausführungsart der Schaltungsanordnung nach Fig. 2.

Fig. 1a zeigt ein besonders einfaches Ausführungsbeispiel eines Sensorelementes zur Durchführung des Verfahrens und zum Aufbau einer Vorrichtung nach der Erfindung. Das Sensorelement 1 besteht in diesem Fall aus einer Hohlwendel, die hier aus einem Platin-Iridium(90%/10%)-Draht gewickelt wurde. Der Drahtdurchmesser "d" beträgt beispielsweise 50 Mikrometer, der Wendeldurchmesser "D" 200 Mikrometer, die Steigung "S" 240 Mikrometer. Das gesamte Sensorelement, es ist nur ein Teil in Fig. 1a dargestellt, besaß in einem Ausführungsbeispiel 20 Windungen. Der Kaltwiderstand, nämlich der Widerstand bei Raumtemperatur, betrug 2,3 Ohm. Mit einem Wechselstrom von 700 Milliampere ließ sich das Sensorelement 1 bzw. die Hohlwendel so weit aufheizen, daß sich eine Zellularkonvektion einstellte. Während der elektrische Widerstand in der Aufheizphase zunächst steil anstieg, war die Ausbildung einer Zellularkonvektion durch Übergang der Widerstandskurve in einem Bereich mit nur noch geringem, annähernd konstanten Anstieg erkennbar. In der zuvor genannten DE-OS 35 22 774 ist dies detailliert beschrieben. Die Höhe des elektrischen Widerstandes der Hohlwendel bzw. des Sensorelementes 1 im Bereich der Zellularkonvektion läßt mit großer Genauigkeit Rückschlüsse auf die Siedetemperatur der untersuchten Bremsflüssigkeit und damit auf deren Zustand und Beschaffenheit zu. Beim weiteren Aufheizen über die Phase der Zellularkonvektion hinaus ließ sich aus den Meßwerten mit vernünftigen Aufwand kein reproduzierbarer, als Meßwert auswertbarer Widerstandsverlauf in Abhängigkeit von dem Speisestrom ermitteln.

Die Fig. 1b, 1c und 1d zeigen weitere hohlwendelförmige oder hohlwendelähnliche Konfigurationen 2, 3 und 4, die aus dem gleichen Draht wie das Sensorelement 1 nach Fig. 1 hergestellt werden können und bei denen sich ebenfalls eine stabile Zellularkonvektion in der Nähe des Siedepunktes der Flüssigkeit einstellt.

In Fig. 1e ist eine Ausführungsart eines Sensorelementes 5 dargestellt, das anstelle der Wendeln nach den Fig. 1a bis 1d verwendet werden kann. Das Sensorelement 5 besitzt einen rahmenförmigen Stützkörper 6, der z.B. aus Keramik besteht und als Substrat für einen mäanderförmig oder gitterförmig aufgebrachten Heizdraht 7 dient. Angeschlossen wird das Sensorelement 5 über die Klemmen K 1, K 2.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht im wesentlichen nur aus einem oder mehreren der in Fig. 1 abgebildeten Sensorelemente 1–5 und aus einer elektronischen Schaltungsanordnung, mit der die Sensorelemente 1 bis 5 vorzugsweise mit Wechselstrom gespeist und die Meßsignale abgeleitet und ausgewertet werden können. Zweckmäßigerweise sind Sensorelemente in allen Radbremszylindern bzw. in deren Nähe oder zumindest in den am stärksten belasteten Radbremsen angeordnet. Zur Bestimmung des Siedepunktes bzw. des entsprechenden Kennwertes ist auch ein an anderer Stelle, z.B. in einem Druckmittelvorratsbehälter, angeordnetes Sensorelement geeignet.

Grundsätzlich werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der entsprechenden Vorrichtung einerseits der Siedepunkt der Flüssigkeit und andererseits die momentane thermische Belastung, die insbesondere von der Aufheizung während eines Bremsvorganges abhängt, gemessen und miteinander verglichen. Aus diesen Meßwerten wird eine sog. momentane thermische Reserve abgeleitet, die erkennen läßt, ob — bei weiterer thermischer Belastung bzw. weiterer Erhöhung der Flüssigkeitstemperatur — durch Annäherung an den

Siedepunkt mit einer Dampfblasenbildung und damit mit einer Gefährdung der Bremsenfunktion zu rechnen ist. Diese thermische Reserve ist also eine Kenngröße, die das Überschreiten eines verfügbaren Rest-Wärmeaufnahmevermögens signalisiert.

Der genaue Zusammenhang zwischen dem Wärmeaufnahmevermögen von Bremsflüssigkeiten unterschiedlicher Zusammensetzung und der aus den unterschiedlichen Fahrsituationen umgesetzten Bremsleistung in bezug auf die gefährliche Dampfblasenbildung im Bremszylinder ist sehr schwer zu ermitteln. Daher werden aus Erfahrungsgrößen bestimmte Sicherheitsschwellen abgeleitet und die thermische Reserve wie folgt definiert:

$$\text{Thermische Reserve} \approx (T_{\text{zulässig}} - T_{\text{ist}})$$

Hierbei sind  $T_{\text{zulässig}}$  eine noch zulässige Grenzsiedetemperatur einer Bremsflüssigkeit und  $T_{\text{ist}}$  die beim Bremsvorgang erreichte Augenblickstemperatur der Bremsflüssigkeit.

Unterschreitet die THERMISCHE RESERVE einen aus der Erfahrung abgeleiteten Wert, dann ist die THERMISCHE RESERVE verbraucht. Dies wird dem Fahrer signalisiert. Durch Schonen der Bremse oder andere Maßnahmen zur Abkühlung der Bremsflüssigkeit kann dann der Fahrer der Gefahr einer Dampfblasenbildung entgegen. Wird die thermische Reserve bereits bei relativ geringer Bremsenbetätigung verbraucht, läßt dies auf einen Fehler im Bremsensystem oder auf eine zu stark gealterte Bremsflüssigkeit schließen.

Die beiden Schaltungsanordnungen nach Fig. 2 und 3 dienen zur Erläuterung verschiedener Meßprinzipien im Rahmen der Erfindung. Beide Schaltungsanordnungen sind für die Überwachung der Bremsflüssigkeit in Kraftfahrzeug-Bremsanlagen vorgesehen.

Bei Verwendung der Schaltungsanordnung nach Fig. 2 wird in bestimmten Zeitabständen, beispielsweise bei jeder Betätigung eines Kraftfahrzeugmotor-Zündschalters 8, der normalerweise im Zündschloß sitzt, der Verfahrensablauf initiiert. Das von dem Schalter 8 ausgelöste Signal wird einer Ablaufsteuerung und Logik 9 zugeführt, die festverdrahtete Schaltungen oder einen programmgesteuerten Schaltkreis, z.B. ein Microcomputer, enthalten kann. Es wird zunächst eine Messung im Warmmodus durchgeführt, weshalb dieser Schaltkreis 9 mit einem Modus-Wahlschaltkreis 10 ("mode select") ausgerüstet ist. Durch das Signal des Schaltkreises 10 wird ein Generator 11 eingeschaltet und gleichzeitig ein Schalter 12 in die Stellung WM (Warmmodus) gebracht. Der Generator 11 erzeugt einen Wechselstrom konstanter Amplitude. In der Praxis wird ein solcher Generator, z.B. durch einen Leistungsoperationsverstärker bzw. Operationsverstärker mit nachgeschaltetem Leistungstransistor, der als spannungsgesteuerte Stromquelle geschaltet ist, verwirklicht. Durch Umschaltung der Spannungspegel am Eingang des Generators 11 durch die Ablaufsteuerung 9 werden die Betriebsströme für die Durchführung der Messung im Warm- und im Kaltmodus erzeugt; in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung werden für die Messungen im Warmmodus 700 Milliampere, im Kaltmodus 7 Milliampere zur Verfügung gestellt.

Die Stromquelle, d.h. der Generator 11, speist ein Sensorelement 13, das in Form eines der in Fig. 1 dargestellten Sensorelemente 1 bis 5 ausgebildet ist. Durch die Verwendung von Wechselstrom werden unerwünschte Elektrolyseffekte, die zur Zersetzung der zu messen-

den Flüssigkeit führen könnten, verhindert.

Das Ausgangssignal des Sensors 13 wird in einer anschließenden Gleichrichter- und Filterstufe 14 aufbereitet. Das im Warmmodus gewonnene Meßsignal wird in einem Speicher 15 bis zur einer nächsten Messung im Warmmodus festgehalten.

Anschließend werden mit Hilfe des Wählschaltkreises 10 der Schalter 12 in die Schaltposition KM (Kaltmodus) und der Generator 11 zurückgeschaltet, der nunmehr nur noch einen geringen, für die Messung im Kaltmodus benötigten Strom abgibt. In einer Differenzverstärkerstufe 16 wird nun das im Kaltmodus gemessene Signal kontinuierlich von dem Ausgangssignal des Speichers 15, das das Meßergebnis im Warmmodus darstellt, subtrahiert und das Differenzsignal in einem Vergleichler 17 mit einem in der Quelle 18 erzeugten Referenzsignal verglichen. Das Referenzsignal bzw. das Ausgangssignal der Stufe 18 ist ein Maß für die minimale thermische Reserve, die aus Sicherheitsgründen aufrechterhalten werden muß. Beim Unterschreiten dieses Mindestwertes wird ein Warnsignal mit Hilfe der Logik 9 und einer Anzeigeeinheit 19 gesetzt.

Das Ausgangssignal der Referenzstufe 18 wird in dem dargestellten Ausführungsbeispiel auch zur Überprüfung des im Kaltmodus erzeugten Signales verwendet. Hierzu ist der Vergleichler 20 vorgesehen. Bei intaktem Sensorelement 13 muß sich nämlich das KM-Signal innerhalb eines bestimmten "Fensters" bewegen. Dies wird durch den Vergleichler 20 geprüft, dessen Ausgangssignal ebenfalls der Logik 9 zugeführt wird und eine Störungsmeldung oder Warnanzeige in der Anzeigevorrichtung 19 hervorrufen kann.

Die Baugruppen 11, 12, 13, 14 lassen sich in der Praxis am einfachsten durch analoge Bausteine realisieren, während sich für die Funktionen der Baustufen 15, 16, 17, 18, 20 Digitaltechnik anbietet; der Einsatz eines entsprechenden programmierten Microcomputers ist ebenfalls sinnvoll.

Es ist auch möglich, erst nach der Bremsenbetätigung die Ablaufsteuerung, insbesondere die Messungen im Kaltmodus, auszulösen. Dies wird durch die symbolische Darstellung eines Bremspedales 21, das der Ablaufsteuerung 9 eine Bremsenbetätigung signalisiert, zum Ausdruck gebracht.

Im Gegensatz zu dem anhand der Fig. 2 beschriebenen Ablauf werden bei der Ausführungsart der Schaltung nach Fig. 3 die im Warmmodus und Kaltmodus gewonnenen Signale parallel verarbeitet. In diesem Beispiel führt der Ausgang einer Ablaufsteuerung und Logik 22 zu einem Generator 23, welcher gleichzeitig die im Warmmodus und im Kaltmodus benötigten Wechselströme erzeugt. Über parallele Signalwege I, II, die mit eigenen Sensorelementen 24 bzw. 25 und nachgeschalteten Signal-Verarbeitungsstufen 26 bzw. 27 (das sind Gleichrichter- und Filterschaltungen) ausgerüstet sind, können die Meßsignale im Warmmodus (Zweig I) und Kaltmodus (Zweig II) parallel erzeugt und verarbeitet werden. In einer Differenzverstärkerstufe 28 werden dann die Meßergebnisse verglichen und die thermische Reserve gebildet, deren Mindestwert wiederum durch eine Stufe 29, die ein Referenzsignal erzeugt, vorgegeben ist. Das Referenzsignal ist über Vergleichlerstufen 30, 31 mit dem Differenzsignal (Ausgangssignal des Verstärkers 28) und mit dem im Kaltmodus gewonnenen Meßsignal verknüpft. Die Ausgangssignale der Vergleichler 30, 31 werden der Ablaufsteuerung und Logik 22 zugeführt, an die wiederum eine Anzeigeeinrichtung 32 angeschlossen ist. Störungen im System sowie das Errei-

chen der minimalen thermischen Reserve führen zu einer Warnanzeige über die Anzeigeeinrichtung 32.

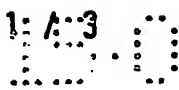
Bei Bremsenbetätigung wird durch das Bremspedal 33 ein Betätigungssignal der Ablaufsteuerung 22 zugeführt, weil es im allgemeinen ausreichend ist, die Messungen bzw. die Bestimmung der thermischen Reserve nur während eines Bremsvorganges durchzuführen.

Zur Durchführung des anhand der Fig. 3 beschriebenen Ablaufs dürfte es in vielen Fällen genügen, das Sensorelement 24 zur Bestimmung des Warmmodus in den üblichen Druckmittelvorrats- bzw. Druckausgleichsbehälter einer Bremsanlage unterzubringen, während das oder die Sensorelemente 25 zur Messung der momentanen Flüssigkeitstemperatur zweckmäßigerweise in den Radbremsen der am meisten belasteten Räder anzuordnen sind.

Eine Kombination der Arbeitsweisen der Schaltungsanordnungen nach Fig. 2 und 3 ist ebenfalls möglich.

- Leerseite -

1: A: 3



Nummer:  
Int. Cl. 4:  
Anmeldetag:  
Off nlegungstag:

23 1

36 39 664  
G 01 N 33/26  
20. Nov mber 1986  
1. Juni 1988

3

3639664

Fig. 1a

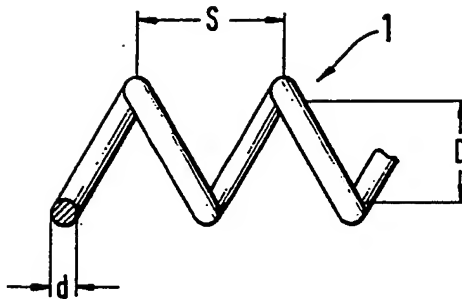


Fig. 1b

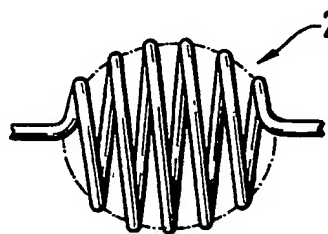


Fig. 1c

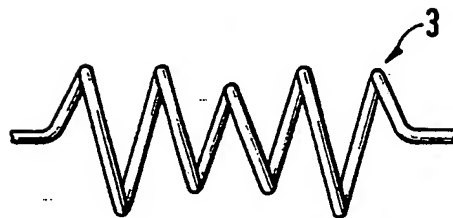


Fig. 1d

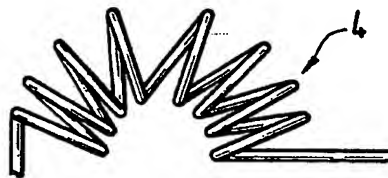
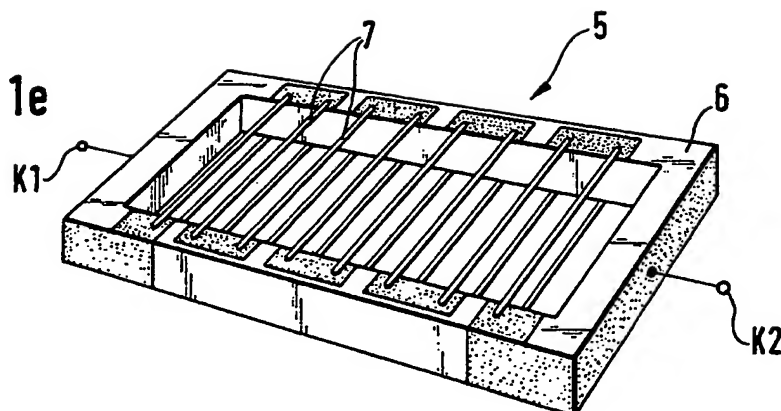


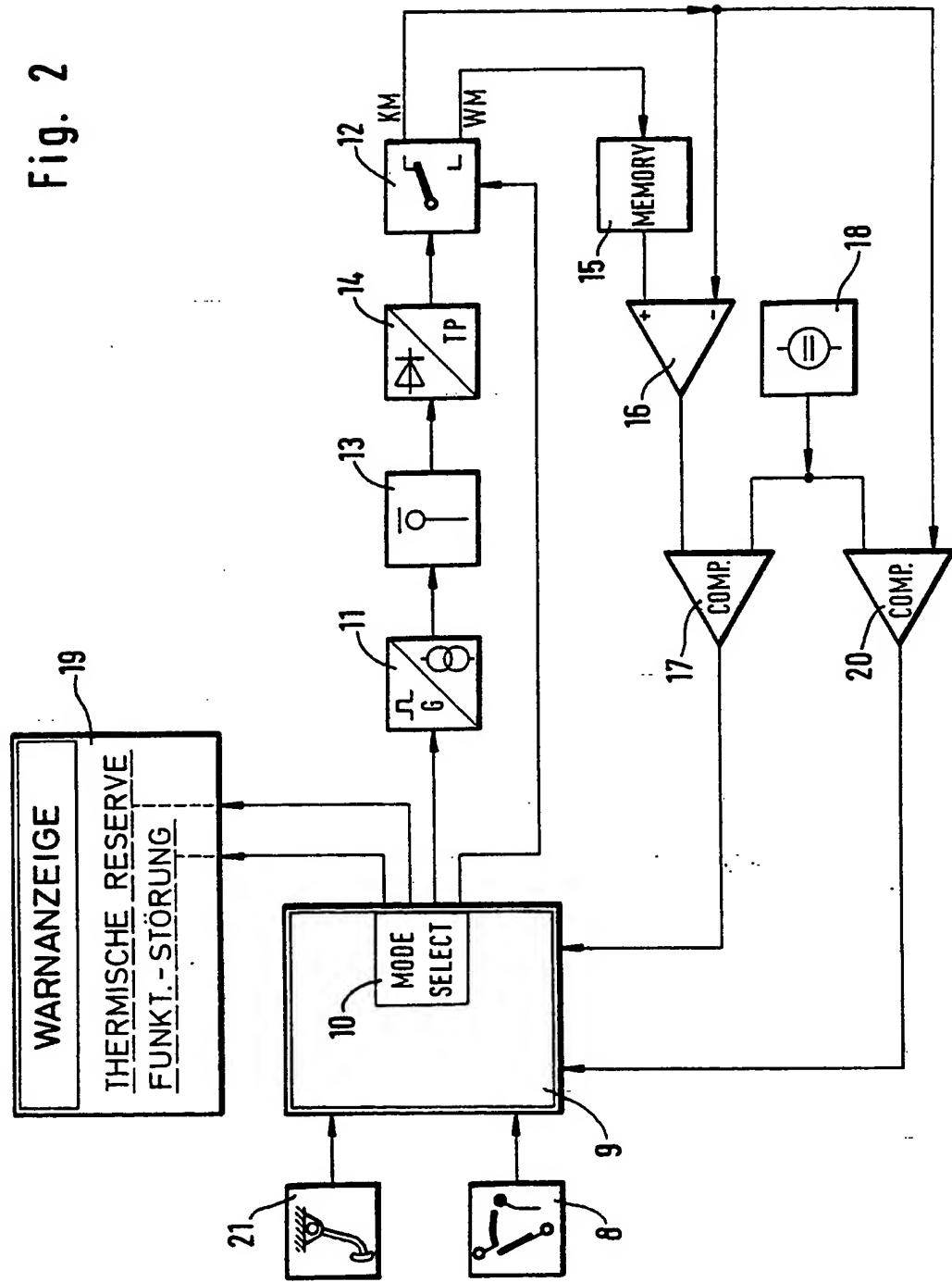
Fig. 1e





3639664

Fig. 2



3639664

Fig. 3

